

Offre de stage de 6 mois au Laboratoire Image Ville Environnement (LIVE) sur l'intelligence artificielle et le climat urbain

Sujet :

Développement d'une méthodologie basée sur l'intelligence artificielle pour caractériser le climat urbain de l'Eurométropole de Strasbourg et identifier les zones vulnérables aux fortes chaleurs.

Contexte :

L'étude du climat urbain est essentielle dans de nombreuses régions du monde et pour diverses raisons scientifiques et sociétales (e.g. santé, énergie), mais les méthodes classiques d'observation et simulation ont de nombreux désavantages (e.g. coût des capteurs, ressources de calcul). De plus, la climatologie urbaine nécessite souvent des données à haute résolution spatiale (plusieurs dizaines de mètres), qui peuvent être obtenues à partir de données à faible résolution spatiale (plusieurs kilomètres) par descente d'échelle dynamique (avec modèle atmosphérique) ou statistique (avec modèle mathématique). L'essor de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage profond suggère une approche alternative aux méthodes classiques d'étude du climat urbain, et pourrait potentiellement amener de meilleurs résultats (Schultz et al., 2021, Koutroumanou-Kontosi et al., 2022; Wang et al., 2023).

Les méthodes de descente d'échelle statistique les plus classiques reposent sur des interpolations simples ou des approches de régression linéaire. Récemment, plusieurs études ont montré que des méthodes d'intelligence artificielle offrent des perspectives intéressantes pour la descente d'échelle tels que les réseaux de neurones convolutionnels (Serifi et al., 2021; Sing et al., 2023), les réseaux de neurones denses (Oh et al., 2020; Zhang et al., 2022), les réseaux de neurones adverses (Chaudhuri & Robertson, 2020; Afshari et al., 2023), les forêts aléatoires (Agathangelidis & Cartalis, 2019; Xu et al., 2021) et les machines à vecteurs de support (Shin & Yi, 2019; Li et al., 2020).

Ce stage de recherche interdisciplinaire vise à utiliser des méthodes d'intelligence artificielle et d'apprentissage profond en combinant différents jeux de données (atmosphériques, géographiques, satellitaires) dans la région de Strasbourg pour produire de nouvelles données climatiques à haute résolution (plusieurs dizaines de mètres). Ces nouvelles données fines du climat urbain (température, vent, humidité) permettront ensuite de mieux identifier les zones vulnérables aux fortes chaleurs pour les populations. Les jeux de données à utiliser pour le stage sont déjà disponibles au LIVE.

Objectifs du stage :

L'objectif principal du stage est de développer et valider une méthodologie robuste basée sur des techniques d'intelligence artificielle (IA), allant de la *machine learning* au *deep learning*, pour caractériser le climat urbain et périurbain de l'Eurométropole de Strasbourg (EMS) à haute résolution. Cette méthode combinera plusieurs jeux de données (atmosphériques, géographiques, satellitaires) qui seront fournis au stagiaire pour faire de la descente d'échelle du climat urbain. Le stagiaire devra :

1. Faire un état de l'art des méthodes existantes.
2. Préparer les données d'entrée et les modèles IA.
3. Entraîner les modèles et évaluer leurs performances par rapport à des jeux de données de référence (mesures in-situ et simulations météorologiques).
4. Appliquer ensuite les modèles sur des données de projections climatiques pour projeter le climat urbain futur (horizon 2050), et évaluer la robustesse et l'adaptabilité des modèles.

5. (Bonus) Explorer la possibilité d'intégrer les résultats des modèles IA dans des études sur la vulnérabilité des populations locales aux fortes chaleurs, en croisant les données climatiques fines produites précédemment avec des variables socio-économiques du territoire.
6. (Bonus) Préparer le terrain pour des travaux futurs, notamment l'application de la méthodologie à d'autres villes françaises via des techniques d'inférence et/ou d'apprentissage par transfert.

Le stagiaire aura accès au centre de calcul de l'Université de Strasbourg (<https://hpc.pages.unistra.fr/>) avec un ensemble de cartes graphiques pour l'exécution des codes. Le stage pourra mener à une communication scientifique (article de recherche et/ou conférence nationale/internationale).

Profil candidat/e :

- Etudiant en Master ou école d'ingénieur en **Informatique ou Mathématiques**
- Compétences en *data science* et intelligence artificielle (*machine* et *deep learning*, Keras/Tensorflow et/ou Pytorch)
- Intérêt pour la géographie et la climatologie
- Curiosité, rigueur, autonomie et organisation
- Bonnes capacités relationnelles
- Bonnes capacités d'écriture et de présentation scientifiques

Informations complémentaires :

Durée souhaitée : 6 mois, de février à septembre 2023.

Lieu de travail : Laboratoire Image Ville Environnement (LIVE), 3 rue de l'Argonne, Strasbourg (67000).

Rémunération : gratification au montant légal en vigueur au moment du stage (env. 660€ brut/mois).

Equipe d'encadrement :

- Florentin Breton (climatologie, chargé d'enseignement et de recherche)
- Romain Wenger (géomatique/*data scientist*, ingénieur de recherche)
- Nadège Blond (climatologie urbaine, chargée de recherche)
- Anne Puissant (géographie et géomatique, professeure)

Candidature :

Envoyer un **CV** et une **lettre de motivation** au plus tard le 31/11/2023 à :

florentin.breton@live-cnrs.unistra.fr

romain.wenger@live-cnrs.unistra.fr

nadege.blond@live-cnrs.unistra.fr

anne.puissant@live-cnrs.unistra.fr

Références :

Agathangelidis, Ilias, and Constantinos Cartalis. "Improving the disaggregation of MODIS land surface temperatures in an urban environment: A statistical downscaling approach using high-resolution emissivity." *International Journal of Remote Sensing* 40.13 (2019): 5261-5286.

Afshari, Afshin, Julian Vogel, and Ganesh Chockalingam. "Statistical downscaling of SEVIRI land surface temperature to WRF near-surface air temperature using a deep learning model." *Remote Sensing* 15.18 (2023): 4447.

Chaudhuri, Chiranjib, and Colin Robertson. "ClIGAN: A structurally sensitive convolutional neural network model for statistical downscaling of precipitation from multi-model ensembles." *Water* 12.12 (2020): 3353.

Koutroumanou-Kontosi, Konstantina, et al. "A Methodology for Bridging the Gap between Regional-and City-Scale Climate Simulations for the Urban Thermal Environment." *Climate* 10.7 (2022): 106.

Li, Xinyi, et al. "Performance of statistical and machine learning ensembles for daily temperature downscaling." *Theoretical and Applied Climatology* 140 (2020): 571-588.

Oh, Jin Woo, et al. "Using deep-learning to forecast the magnitude and characteristics of urban heat island in Seoul Korea." *Scientific reports* 10.1 (2020): 3559.

Schultz, Martin G., et al. "Can deep learning beat numerical weather prediction?." *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 379.2194 (2021): 20200097.

Serifi, Agon, Tobias Günther, and Nikolina Ban. "Spatio-temporal downscaling of climate data using convolutional and error-predicting neural networks." *Frontiers in Climate* 3 (2021): 656479.

Shin, Yire, and Chaeyeon Yi. "Statistical downscaling of urban-scale air temperatures using an analog model output statistics technique." *Atmosphere* 10.8 (2019): 427.

Singh, Manmeet, et al. "DownScaleBench for developing and applying a deep learning based urban climate downscaling-first results for high-resoluti on urban precipitation climatology over Austin, Texas." *Computational Urban Science* 3.1 (2023): 22.

Wang, Han, et al. "Machine learning applications on air temperature prediction in the urban canopy layer: A critical review of 2011–2022." *Urban Climate* 49 (2023): 101499.

Xu, Shuo, Jie Cheng, and Quan Zhang. "A random forest-based data fusion method for obtaining all-weather land surface temperature with high spatial resolution." *Remote Sensing* 13.11 (2021): 2211.

Zhang, Xiang, et al. "Deep learning-based 500 m spatio-temporally continuous air temperature generation by fusing multi-source data." *Remote Sensing* 14.15 (2022): 3536.